

最適サプライチェーン在庫量を定めるための発注周期決定方法

東京理科大学大学院
01700910 東京理科大学 理工学部
01605890 東京理科大学 理工学部

*千葉美徳 CHIBA Yoshinori
山田善靖 YAMADA Yoshiyasu
松岡隆志 MATSUOKA Takashi

1. はじめに

近年、サプライチェーン・マネジメント (SCM) が注目されるようになって、サプライチェーン (SC) 全体を通る在庫は、調整をより良くする事でより効率的に管理できることが理解されてきた。全体的に SC を管理することは理想だが、これは非常に難しいとされている。なぜなら SC の参加者 (製造業者、小売店、卸売業者、その他) は異なった企業に所属することが多く、SC 全体の利益よりも自分たちの利益を最大化することを優先するからである。SC 全体が一つの企業に所属する場合でさえ、部門間の利害が一致しないために SC を全体的に管理することは難しい。それゆえ、SC の参加者同士の調整を良くする仕組みを研究することが必要である。

S.Viswanathan・Rajesh Piplani [1] は先に述べた問題を解決するために、注文受付日を指定することによって、SC 全体で発生する費用が下がる場合があることをシュタッケルベルグゲームとしてモデル化することによって示した (以後彼らのモデルを VP モデルと呼ぶ)。しかし、VP モデルは売り手の在庫保有費用を考慮していないために現実を的確に捉えていないように思える。

そこで本研究では、VP モデルに売り手の在庫保有費用を組み込み、より現実的に即した場合について、注文受付日を指定する戦略が SC 全体において費用を下げることにつながるかを検証した。その結果、在庫保有費用を考慮すると、この戦略では SC 全体の費用が下がらない場合が増加することが判った。すなわち、彼らの提案は現実では SC 全体の費用を下げない場合がある。

そこで本研究では彼らのモデルを改善し、売り手の在庫費用を考慮した場合においても、SC 全体で費用削減につながるようなモデルを提案する。

2. VP モデルの提案

一種類の製品を扱う一つの売り手、多数の買い手の SC を考える。売り手は買い手に販売価格の割引を行うことで、買い手が注文をできる日を売り手が指定する契約を結ぶ。契約実施前、それぞれの買い手は自分の費用が最小になるような等しい時間間隔で注文をする。このとき、売り手は異なる買い手からの注文を同じ時点に受けるとは限らない。契約実施後、売り手は複数の買い手の注文

を同時に受けて、一度に処理することで注文処理に掛かる費用を削減できるが、買い手の費用は増加する。ゆえに、売り手は買い手に価格割引を行い、費用の増加額分の利益と、さらなる付加的な利益を買い手に提供する。

注文受付日の指定と価格割引の契約を結ぶ戦略を注文受付日を指定する戦略と呼ぶ。S.Viswanathan・Rajesh Piplani はこの戦略を導入することによって、売り手と買い手の費用が同時に削減されるなら、この戦略は SC 全体の費用を削減する優れた管理手法となり得ると主張した。次の節ではその VP モデルについて説明する。

3. VP モデル

戦略実施前、買い手 i の経済発注量に対する注文間隔 t_i^b は次の式で与えられる。

$$t_i^b = \sqrt{(2D_i K_i) / h_i} / D_i = \sqrt{K_i / H_i} \quad (1)$$

ただし、 D_i は買い手 i ($i=1, \dots, m$) の一年間の需要、 K_i は買い手 i の注文費用、 h_i は買い手 i の保管比率、 $H_i = (1/2)D_i h_i$ を表す。このとき、買い手 i の対応する費用 g_i^b は次式で与えられる。

$$g_i^b = K_i / t_i^b + H_i t_i^b = 2\sqrt{K_i H_i} \quad (2)$$

戦略実施前、売り手は個々の買い手の注文を個別に処理し、 $(A_0 + A_i)$ の注文処理費用を負う。ただし、 A_0 は売り手が注文処理を行う時に発生する費用、 A_i は売り手が買い手 i からの注文を処理する時に発生する費用。ゆえに、売り手の注文処理費用の総額 g_0^b は次式で与えられる。

$$g_0^b = \sum_{i=1}^m (A_0 + A_i) / t_i^b \quad (3)$$

戦略実施後、買い手 i の注文間隔 t_i は $t_i = n_i T_0$ を満

ただし、在庫と注文の費用が最小になる値をとる。ただし、 T_0 は注文受付間隔、 n_i は1以上の整数である。このとき、買い手 i の費用は次式で与えられる。

$$g_i = K_i / (n_i T_0) + H_i n_i T_0 \quad (4)$$

価格割引が買い手の費用増加額以上の利益を与え、(2)式で与えられる初期費用よりも費用が削減される場合のみ、買い手はこの戦略を受けよう。そこで価格割引 Z_i を導入して、買い手 i への総割引額 $D_i Z$ が常に次式を満たすように Z_i を定める。

$$D_i Z \geq (K_i / n_i T_0) + H_i n_i T_0 - (1-S) 2\sqrt{K_i H_i} \quad (5)$$

ただし、 S は買い手が戦略を受けするのに必要な最低限度の費用の削減率を表している。

戦略実施後、売り手は買い手の数 C 社からの注文処理について $A_0 + \sum_{i \in C} A_i$ の注文処理費用を負う。よって、

売り手の総費用 g_0 は注文処理の費用と価格割引の費用の和であるので、次式で示される。

$$g_0 = A_0 / T_0 + \sum_{i=1}^m (D_i Z + (A_i / n_i T_0)) \quad (6)$$

戦略実施後の買い手の費用を戦略実施前の買い手の費用より減少させるように定めた Z_i をこの(6)式に代入したときに、(6)式が(3)式より小さいとき、注文受付日を指定する戦略によって売り手と全ての買い手の費用が減少していることになり、この戦略は成立する。ただし、どんな状況でも常にこの戦略が成立するとは限らない。よって、彼らは色々な場合についてこの戦略が成立するかを調べ、多くの場合でこの戦略が成立することを示した。しかし、VP モデルは売り手の在庫保有費用を考慮していないので、現実的とは言えない。

そこで本研究では、8通りの状況について売り手の在庫保有費用を考慮した場合で注文受付日を指定する戦略が成立するかどうかを検証する。

4. 売り手の在庫保有費用を入れた VP モデルでの戦略が成立する割合の検証

モデルをより現実に近いようにするために、本研究では VP モデルに売り手の在庫保有費用を入れ、この戦略の成立割合を調べた。売り手の在庫保有費用を入れた(3)、(6)式は(7)、(8)式のように書き換えられる。

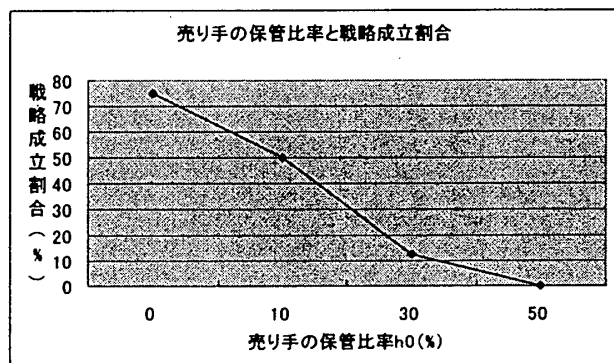
$$g_0^b = \sum_{i=1}^m (A_0 + A_i) / t_i^b + (1/2) h_0 (1 / \sum_{i=1}^m (1 / t_i^b)) \sum_{i=1}^m D_i \quad (7)$$

$$g_0 = A_0 / T_0 + \sum_{i=1}^m (D_i Z + (A_i / n_i T_0)) + (1/2) h_0 T_0 \sum_{i=1}^m D_i \quad (8)$$

ただし、 h_0 は売り手の保管比率を表す。

このモデルで8通りの場合での戦略の成立する割合を様々な h_0 について求めた。下図に結果を示す。

下図より、 h_0 が大きくなるにつれて戦略の成立する割合は減少する。 $h_0 = 0$ 、つまり VP モデルの場合では75%の割合で戦略が成立するが、 h_0 がたったの10上昇するだけで戦略の成立する割合は50%までさがり、 $h_0 = 30$ では僅か10%程度にまで下がる。このことはVP モデルで戦略が成立する場合でも、売り手に在庫保有費用が発生するときには戦略が成立しない場合があることを示している。



5. まとめ

現実では売り手が在庫を持つ場合が多く、本研究ではそのような場合について注文受付日を指定する戦略の成立割合を調べた。その結果、売り手が在庫を持つ場合ではこの戦略が成立しない場合が多く存在することを示した。

本研究では売り手の在庫保有費用を入れた場合でも成立する現実的な戦略を組み込んだモデルを提案し、その戦略が現実に即した多くの場合で成立することを示すが、紙面の関係上、我々のモデルに関しては当日に発表する。

6. 参考文献

- [1] S. Viswanathan · Rajesh Piplani : Coordinating supply chain inventories through common replenishment epochs, European Journal of Operational Research, Vol.129, pp.277 - 286, 2001